

## Pengaruh Variasi Laju Alir Gas Dalam Proses Carburizing Baja Aisi 1042 Pada Temperatur 950°C Menggunakan Pasir Alumina

Nur Diansah<sup>1,\*</sup>, Eko Yohanes Setyawan<sup>2</sup>, Tito Arif Sutrisno<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Program Studi Teknik Mesin SI Institut Teknologi Nasional Malang

### Kata kunci

Carburizing  
Baja AISI 1042  
Pasir Alumina  
Laju Alir Gas

### ABSTRAK

Pada suhu 950°C, karbon dari sumber karburasi seperti pasir alumina atau gas karburasi dapat cepat berdifusi ke permukaan baja. Hal ini menghasilkan lapisan karburasi yang keras dan tahan aus, meningkatkan kekerasan dan kekuatan material. Penelitian dilakukan dengan menggunakan pengujian struktur mikro, pengujian kekerasan, dan pengujian ketebalan lapisan karbon. Pada data hasil pengujian struktur mikro ditemukan perubahan bentuk dan persentase kandungan fasanya, dengan hasil pada laju alir gas 5 cm<sup>3</sup>/menit, komposisinya menjadi 42,84% ferit, 40% perlit dan 17,16% martensit. Pada laju alir gas 15 cm<sup>3</sup>/menit, menjadi 42,24% ferit, 40,43% perlit dan 17,33% martensit. Pada laju alir gas 25 cm<sup>3</sup>/menit, menjadi 37,33% ferit, 43,88% perlit dan 18,79% martensit. Kemudian, pengujian kekerasan sebelum *carburizing* sebesar 195,4 HV setelah dilakukan proses *carburizing* pada laju alir gas 5 cm<sup>3</sup>/menit nilai kekerasan meningkat 96,63% menjadi 384,21 HV. Pada laju alir gas 15 cm<sup>3</sup>/menit terjadi peningkatan nilai kekerasan 112,02% menjadi 414,29 HV. Dan pada laju alir gas 25 cm<sup>3</sup>/menit terjadi peningkatan nilai kekerasan 156,13% menjadi 500,47 HV. Sedangkan pada pengujian ketebalan lapisan karbon, dengan hasil pada laju alir gas 5cm<sup>3</sup>/menit rata-rata ketebalan sebesar 20.64 um. Pada laju alir 15 cm<sup>3</sup>/menit ketebalan lapisan meningkat menjadi 25.21 um. Pada laju alir 25 cm<sup>3</sup>/menit rata-rata ketebalan lapisan mencapai 27.16 um.

\* **Corresponding author:**

Nama Nur Diansah (email: [nurdiinn19@gmail.com](mailto:nurdiinn19@gmail.com))

Diterima:

Disetujui:

Dipublikasikan:

## 1 Pendahuluan

*Carburizing* merupakan teknik yang sangat penting dalam industri metalurgi untuk meningkatkan karakteristik mekanis baja, terutama kekerasan permukaan, dengan meningkatkan kandungan karbon pada lapisan permukaan baja [1]. Selain meningkatkan kekerasan, proses *carburizing* juga meningkatkan kekuatan baja, terkhusus lapisan permukaan, menjadikannya lebih kuat dan mampu menahan beban mekanis yang diberikan. Baja AISI 1042 merupakan jenis baja karbon yang dirancang dengan komposisi kimia sesuai standar AISI (*American Iron and Steel Institute*), umumnya terdiri dari 0,42% karbon, 0,70% - 0,90% mangan, serta unsur lain seperti fosfor dan belerang dalam jumlah kecil [2]. Sifat mekanis yang unggul dari baja AISI 1042 mencakup kekuatan yang memadai, perubahan kekerasan melalui perlakuan panas, ketangguhan untuk berbagai aplikasi, serta kemampuan untuk mengalami proses *carburizing* yang baik. Sehingga meningkatkan kekerasan permukaan dengan menambahkan karbon di permukaan logam, menjadikannya pilihan yang diminati dalam berbagai aplikasi teknik.

Pasir alumina sebagai karbon yang akan ditambahkan pada *carburizing* merupakan substansi yang tersusun dari partikel-partikel aluminium oksida (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>), juga adalah komponen yang harus menahan suhu tinggi seperti *furnace* dan sebagai bahan *crucible* [3]. Variasi dalam laju aliran gas dapat memiliki dampak yang signifikan pada distribusi karbon di permukaan baja, yang pada akhirnya akan mempengaruhi sifat

mekanis dan kekuatan materialnya. Pada suhu 950°C, karbon dari sumber karburasi seperti pasir alumina atau gas karburasi dapat mengalami difusi ke permukaan baja dengan kecepatan dan efisiensi yang tinggi. Karbon kemudian akan meresap ke dalam struktur kristal baja pada suhu yang tinggi, menambahkan kandungan karbon pada permukaan baja tersebut. Dengan demikian, pada suhu 950°C, proses *carburizing* memungkinkan penetrasi karbon yang cukup ke dalam permukaan baja, membentuk lapisan karburasi yang keras, dan tahan aus, yang meningkatkan sifat mekanis dan kekuatan materialnya.

## 2 Metode Penelitian

Studi literatur merupakan langkah pertama yang diambil peneliti untuk mengumpulkan informasi dan referensi relevan, berfungsi sebagai temuan yang mendukung argumentasi untuk menguatkan hasil penelitian, serta memberikan kerangka teoritis bagi penelitian yang sedang dilakukan. Tahap selanjutnya ialah proses penelitian, dilakukan sejak bulan Maret hingga selesai dan dilakukan di beberapa tempat bergantung pada proses yang dilakukan pada saat itu. Pembuatan spesimen, dilakukan di laboratorium Manufaktur Produksi Institut Teknologi Nasional Malang, proses *carburizing* di Laboratorium Material Teknik Mesin Institut Teknologi Nasional Malang, dan terakhir pengujian struktur mikro, kekerasan, serta ketebalan lapisan karbon di Laboratorium Metalurgi Institut Teknologi Nasional Malang. Penelitian dilakukan dengan menggunakan alat, bahan, serta proses pengerjaan sebagai berikut.

### 2.1 Alat

*Fluidized bed furnace*, seling, jangka sorong, gergaji besi, kertas gosok.

### 2.2 Bahan Penelitian

Baja AISI 1042, gas prorana (C<sub>3</sub>H<sub>8</sub>), gas nitrogren (N<sub>2</sub>), pasir alumina, oli.

### 2.3 Prosedur Penelitian

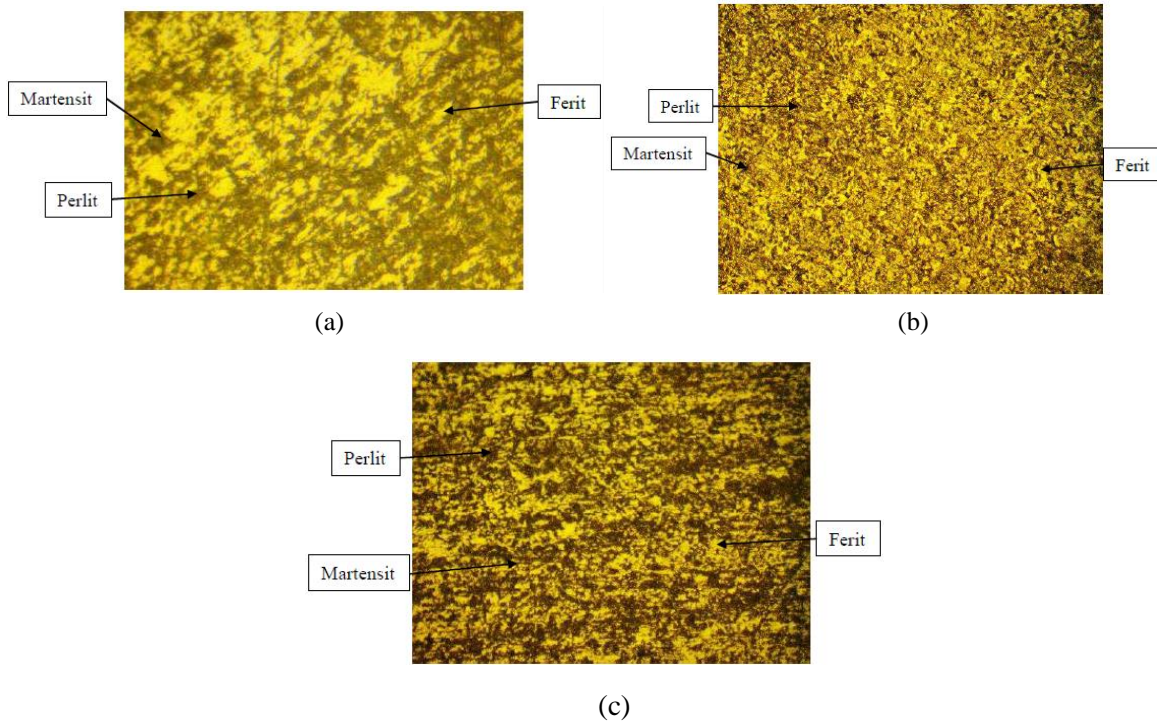
Proses penelitian yang dilakukan meliputi; persiapan alat dan bahan, pembentukan spesimen, proses *carburizing* 950° dengan tiga variabel berbeda, proses pengujian struktur mikro, proses pengujian kekerasan, dan proses pengujian ketebalan lapisan karbon.

### 2.4 Pengujian

Pengujian struktur mikro, pengujian kekerasan, dan pengujian ketebalan lapisan karbon pada baja AISI 1042 yang telah di proses menjadi sampel ataupun spesimen. Pengujian struktur mikro menggunakan alat uji struktur mikro dengan melihat struktur morfologi permukaan serta potongan melintang (*crosssection*) sampel pembesaran 200x. Kemudian pengujian kekerasan menggunakan perangkat dan metode *micro vickers*, data yang tercatat selanjutnya dianalisis untuk menentukan keausan material. Terakhir pada uji ketebalan lapisan karbon, melihat apakah karbon berhasil berdifusi setelah melalui proses perlakuan panas *carburizing* pada baja AISI 1042, dan dilakukan dengan mengambil gambar permukaan baja menggunakan mikroskop. Rumus yang digunakan dalam menghitung persentase struktur mikro adalah sebagai berikut:

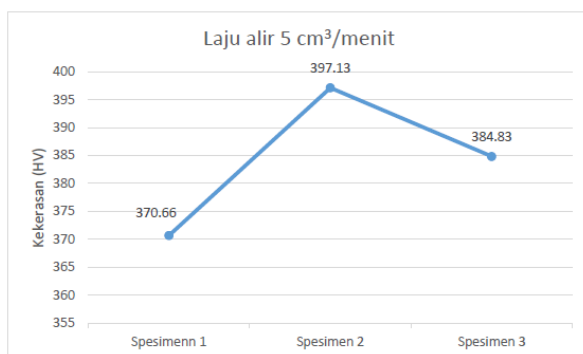
$$\text{Presentase struktur mikro} = \frac{\text{Jumlah kotak yang berisi fasa tertentu}}{\text{Total jumlah kotak}} \times 100\% \quad (1)$$

### 3 Hasil dan Pembahasan

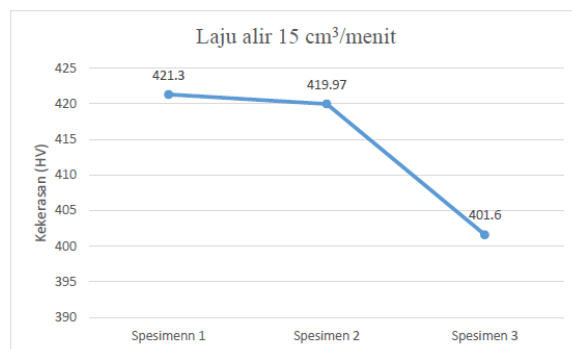


Gambar 1 Data hasil pengujian struktur mikro (a) Laju alir gas 5 cm<sup>3</sup>/menit, (b) Laju alir gas 15 cm<sup>3</sup>/menit, dan (c) Laju alir gas 25 cm<sup>3</sup>/menit setelah terjadi proses *carburizing*. Dengan Etsa: Nilai 5%, alkohol 95%, perbesaran 200x. Serta Fasa: Ferit, Perlit, dan Martensit

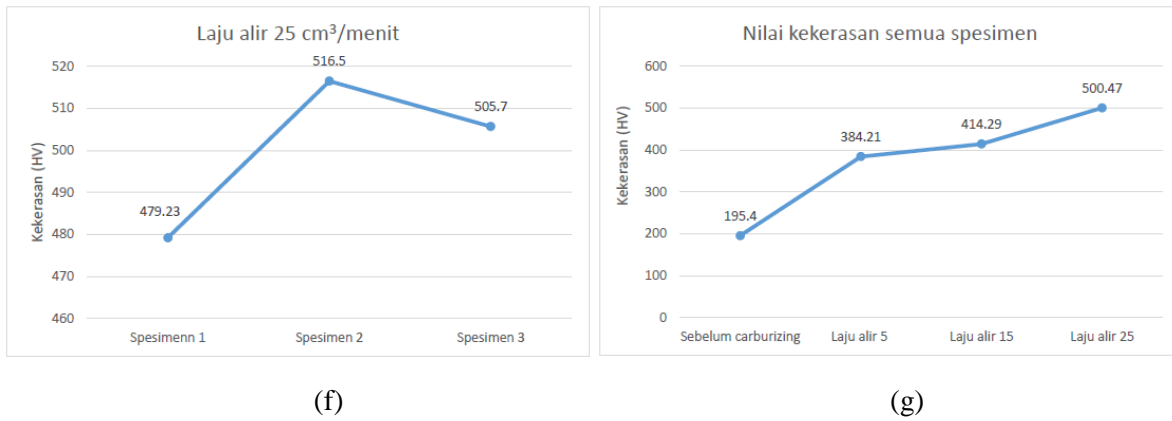
Pada gambar (a) dapat terlihat bekas maupun bercak yang dihasilkan dari proses pengujian struktur mikro setelah carburizing pada laju alir gas 5 cm<sup>3</sup>/menit. Berdasarkan ASM Metals Handbook volume 9, struktur yang terbentuk adalah martensit (berwarna gelap runcing, bercak kecil perlit (hitam), dan ferit (berwarna putih). Berdasarkan hasil perhitungan struktur mikro tersebut, terdapat total jumlah fase; ferit 42.84%, Perlit 40%, dan Martensit 17.16%. Kemudian pada gambar (b) dengan laju alir gas 15 cm<sup>3</sup>/menit, menghasilkan total jumlah fase; Ferit 42.24%, Perlit 40.43%, Martensit 17.33%. Terakhir pada gambar (c) dengan laju alir gas 25 cm<sup>3</sup>/menit menghasilkan total jumlah fase; Ferrit 37,33%, Perlit 43.88%, Martensit 18.79%.



(d)



(e)



Gambar 2 Data hasil pengujian kekerasan pada laju alir 5 cm<sup>3</sup>/menit (d), pada laju alir 15 cm<sup>3</sup>/menit (e), pada laju alir 25 cm<sup>3</sup>/menit, dan nilai kekerasan semua spesimen.

Berdasarkan grafik di atas yang menunjukkan hasil pengujian kekerasan micro vickers (d), ditemukan adanya perbedaan lapisan pada spesimen dengan kekerasan yang lebih besar pada bagian tepi spesimen setelah terjadinya proses carburizing. Spesimen 1 memiliki kekerasan rata-rata sebesar 370.67 HV, spesimen 2 dengan kekerasan rata-rata 397,13 HV, dan spesimen 3 yang memiliki kekerasan rata-rata sebesar 384.83 HV. Kemudian (e) pada spesimen 1 memiliki rata-rata kekerasan sebesar 421.3 HV, spesimen 2 sebesar 419,97 HV, dan spesimen 3 sebesar 401.6 HV. Dan terakhir (f) spesimen 1 memiliki rata-rata kekerasan 479.23 HV, spesimen 2 menunjukkan kekerasan rata-rata sebesar 516.5 HV, serta spesimen 3 yang mencatat kekerasan rata-rata sebesar 505.7 HV.

Sedangkan (g) menunjukkan rata-rata kekerasan baja setelah dilakukan proses karburisasi pada temperatur 950°C dengan menggunakan media pasir alumina dan variasi laju aliran gas sebesar 5, 15, dan 25 cm<sup>3</sup>/menit, terjadi peningkatan nilai kekerasan. Laju alir gas yang lebih tinggi meningkatkan jumlah karbon di permukaan baha karena banyaknya gas karburisasi yang tersedia, begitu pula sebaliknya apabila laju alir gas lebih rendah maka karbon yang dimiliki tidak akan cukup sehingga proses difusi karbon terbatas, menyebabkan penurunan kekerasan yang diperoleh [4].

Tabel 1 Data hasil pengujian ketebalan lapisan karbon pada laju alir gas 5 cm<sup>3</sup>/menit

spesimen	Garis	Tebal lapisan (µm)
AISI 1042 suhu 950°C laju alir gas 5 cm <sup>3</sup> /menit penahanan 1 jam	Garis ke 1 (DL1)	21.8
	Garis ke 2 (DL2)	20.63
	Garis ke 3 (DL3)	19.51
	Rata - rata	20.64

Tabel 1 menunjukkan hasil pengamatan menggunakan mikroskop optik pada proses karburisasi dengan suhu 950°C dan laju alir gas 5 cm<sup>3</sup>/menit menghasilkan lapisan karbon pada spesimen yang diuji. Ketebalan lapisan tersebut mengindikasikan bahwa setelah proses karburisasi karbon berhasil berdifusi ke spesimen yang efektif memasukkan karbon ke dalam material dan mempertebal lapisan karbon yang terbentuk.

Tabel 2 Data hasil pengujian ketebalan lapisan karbon pada laju alir gas 15 cm<sup>3</sup>/menit

Spesimen	Garis ke	Tebal lapisan (µm)
AISI 1042 suhu 950°C laju alir gas 15 cm <sup>3</sup> /menit penahanan 1 jam	Garis ke 1 (DL1)	27.5
	Garis ke 2 (DL2)	26.35
	Garis ke 3 (DL3)	21.8
	Rata - rata	25.21

Selanjutnya pada tabel 2 menunjukkan adanya lapisan karbon pada spesimen yang diuji. Garis pertama dengan lapisan karbon terbentuk 27.5  $\mu\text{m}$ . Pada garis kedua lapisan ketebalannya 26.35  $\mu\text{m}$ , dan garis ketiga dengan 21.8  $\mu\text{m}$  garis ketebalan.

Tabel 3 Data hasil pengujian lapisan karbon pada laju alir gas 25  $\text{cm}^3/\text{menit}$

spesimen	Garis ke	Tebal lapisan ( $\mu\text{m}$ )
AISI 1042 suhu 950°C laju alir gas 25 $\text{cm}^3/\text{menit}$ penahanan 1 jam	Garis ke 1 (DL1)	28.65
	Garis ke 2 (DL2)	26.45
	Garis ke 3 (DL3)	26.35
	Rata - rata	27.15

Terakhir pada tabel 3 garis pertama, ketebalan lapisan karbon yang terbentuk adalah 28.65  $\mu\text{m}$ . Pada garis kedua ketebalan lapisan 26.45  $\mu\text{m}$ , dan pada garis ketiga ketebalan lapisan 26.35  $\mu\text{m}$ . Hasil ini menunjukkan bahwa laju aliran gas berpengaruh pada ketebalan lapisan karbon yang diendapkan selama proses perlakuan panas dengan metode *carburizing*. Grafik yang disertakan menunjukkan bahwa kenaikan ketebalan lapisan karbon terjadi pada setiap variasi laju aliran gas yang diuji.

#### 4 Kesimpulan

Pada data hasil pengujian struktur mikro ditemukan perubahan bentuk dan persentase kandungan fasanya, dengan hasil pada laju alir gas 5  $\text{cm}^3/\text{menit}$ , komposisinya menjadi 42,84% ferit, 40% perlit dan 17,16% martensit. Pada laju alir gas 15  $\text{cm}^3/\text{menit}$ , menjadi 42,24% ferit, 40,43% perlit dan 17,33% martensit. Pada laju alir gas 25  $\text{cm}^3/\text{menit}$ , menjadi 37,33% ferit, 43,88% perlit dan 18,79% martensit. Kemudian, pengujian kekerasan sebelum *carburizing* sebesar 195,4 HV setelah dilakukan proses *carburizing* pada laju alir gas 5  $\text{cm}^3/\text{menit}$  nilai kekerasan meningkat 96,63% menjadi 384,21 HV. Pada laju alir gas 15  $\text{cm}^3/\text{menit}$  terjadi peningkatan nilai kekerasan 112,02% menjadi 414,29 HV. Dan pada laju alir gas 25  $\text{cm}^3/\text{menit}$  terjadi peningkatan nilai kekerasan 156,13% menjadi 500,47 HV. Sedangkan pada pengujian ketebalan lapisan karbon, dengan hasil pada laju alir gas 5  $\text{cm}^3/\text{menit}$  rata-rata ketebalan sebesar 20.64  $\mu\text{m}$ . Pada laju alir 15  $\text{cm}^3/\text{menit}$  ketebalan lapisan meningkat menjadi 25.21  $\mu\text{m}$ . Pada laju alir 25  $\text{cm}^3/\text{menit}$  rata-rata ketebalan lapisan mencapai 27.16  $\mu\text{m}$ .

#### 5 Referensi

- [1] Konkhunhot, N. e. (2021). Enhanced Surface Hardness of Commercially Pure Titanium by Pack Carburization with Rubberwood Charcoal and Rubberwood Ash. *walailak journal of science and technology*, 18(13).
- [2] Luisetiawan, A. D. (2023). Analisis Variasi holding Time Dan Media Pendingin Proses Hardening Dan Tempering
- [3] Sujana, W., & Widi, K. A. (2016). Serbuk alumina sebagai katalis didalam reactor fluidised bed. *flywheel*, 58-66.
- [4] Hartanto, A. D. (2023). Karakterisasi Proses Karburisasi Baja Aisi 1050 Menggunakan Limbah Serbuk Fotocopy Dan Arang Batok Kelapa Pada Temperatur 700 Terhadap Variasi Laju Aliran Gas. *Jurnal Mesin Material Manufaktur Dan Energi*.